

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

Obojživelníci jako bioindikátoři znečištění životního prostředí

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Kateřina Krahulcová
Vedoucí práce: Ing. Jiří Kupka, Ph.D.

2013

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

The Amphibians as bioindicators of environmental pollution

BACHELOR THESIS

Author: Kateřina Krahulcová
Supervisor: Ing. Jiří Kupka, Ph.D.

2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Kateřina Krahulcová**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Obojživelníci jako bioindikátoři znečištění životního prostředí**
The Amphibians as bioindicators of environmental pollution

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je vypracovat odbornou rešerši na dané téma. Práce jako taková je však postavená rovněž na vlastním terénním výzkumu, který je především zaměřen na osvojení si metod studia obojživelníků a na jejich determinaci.

Seznam doporučené odborné literatury:

Baruš, Vlastimil, and Ota Oliva. 1992. Obojživelníci = Amphibia. Praha: Academia.

Beebee, Trevor J. C. 1996. Ecology and conservation of amphibians. London: Chapman & Hall.

Burger, J. 2006. "Bioindicators a review of their use in the environmental literature 1970-2005". Environmental Bioindicators, 1:136-144, 2006.

Hillman, Stanley S. 2009. Ecological and environmental physiology of amphibians. Oxford: Oxford University Press.

Mikátová, Blanka, and Mojmír Vlašín. 1998. Ochrana obojživelníků. Brno: EkoCentrum.

Sparling, D. W. 2010. Ecotoxicology of amphibians and reptiles. Boca Raton [Fla.]: CRC Press/Taylor & Francis.

Vojar, Jiří. 2007. Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana: doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. Louny: Český svaz ochránců přírody, ZO Hasina Louny.

Wells, Kentwood David. 2007. The ecology & behavior of amphibians. Chicago: University of Chicago Press.

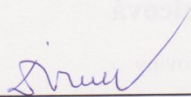
Zwach, Ivan. 2009. Obojživelníci a plazi České republiky: encyklopedie všech druhů, určovací klíč. Praha: Grada.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kupka, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2013

Katerina Kratochvílová

plné jméno diplomanta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Ostravě *Kadeti'm e /modul e cvc/*

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Ing. Jiřímu Kupkovi Ph.D. za cenné rady a připomínky při tvorbě této bakalářské práce a za poskytnutí potřebných materiálů a informací.

Anotace

Obojživelníci jsou živočichové s proměnlivou teplotou krve. Jsou to drobní obratlovci, kteří na našem území tvoří relativně malou skupinu druhů. Vzhledem k jejich biologii a ekologii jsou obojživelníci výbornými bioindikátory životního prostředí. Bioindikátoři mohou poskytovat včasné varování o veškerých změnách, jež by mohly vést k významnému ohrožení jednotlivých druhů, populací, společenstev nebo ekosystémů. Cílem této práce bylo představit obojživelníky jako důležité bioindikátory životního prostředí a seznámit se se studiem obojživelníků v praxi. K tomuto účelu byly vybrány tři modelové lokality, které se liší charakterem prostředí a intenzitou antropogenní činnosti.

Klíčová slova: obojživelníci, bioindikátoři, životní prostředí, kontaminanty, diverzita

Summary

Amphibians are poikilothermic animals. In the Czech Republic they are represented by a fairly limited variety of species of small-size vertebrates. They can act as excellent bioindicators due to their physiology and ecology. In general, bioindicators allow early warning of any changes that could lead to significant threats to individual species, population, communities and ecosystems. The aim of this work was to introduce amphibians as important bio-indicators of environmental and become familiar with the study of amphibians in practice. For this purpose, three models were selected locations with differ in the nature of the environment and the intensity of anthropogenic activities.

Keywords: amphibians, bioindicators, environment, contaminants, diversity

Použité skratky:

ČR – Česká republika

CHKO – Chráněná krajinná oblast

FETA – Frog Embryo Teratogenesis Assay – ekotoxikologický test

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA OBOJŽIVELNÍKŮ.....	2
2.1	KOŽNÍ SOUSTAVA A HOSPODAŘENÍ S VODOU	2
2.2	KOSTERNÍ A SVALOVÁ SOUSTAVA.....	4
2.3	NERVOVÝ SYSTÉM A SMYSLOVÁ ÚSTROJÍ.....	5
2.4	POHLAVNÍ SOUSTAVA A REPRODUKČNÍ STRATEGIE	8
2.5	VÝVOJOVÁ STÁDIA OBOJŽIVELNÍKŮ	9
2.6	POTRAVA.....	11
2.7	TAHY OBOJŽIVELNÍKŮ	11
3	OBOJŽIVELNÍCI JAKO BIOINDIKÁTOŘI ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	13
3.1	VYUŽITÍ ŽIVOČICHŮ JAKO BIOINDIKÁTORŮ	13
3.2	OBOJŽIVELNÍCI JAKO BIOINDIKÁTOŘI	14
3.3	KONTAMINANTY	16
3.4	ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ.....	18
3.5	ONEMOCNĚNÍ A PARAZITI.....	19
3.6	KLIMATICKÉ ZMĚNY.....	20
3.7	OCHRANA OBOJŽIVELNÍKŮ	21
4	CHARAKTERISTIKA MODELOVÝCH ÚZEMÍ	22
4.1	PŘÍRODNÍ POMĚRY MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE.....	23
4.2	PÍSKOVNA VÁCLAVOVICE.....	26
4.3	PÍSKOVNA DARKOVIČKY	29
4.4	PÍSKOVNA KLIMKOVICE	31
5	MATERIÁL A METODIKA	33

6	VÝSLEDKY.....	36
6.1	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH PARAMETRŮ MODELOVÝCH LOKALIT	36
6.2	PŘEHLED VÝSLEDKŮ DLE JEDNOTLIVÝCH MODELOVÝCH LOKALIT	39
7	DISKUSE	41
7.1	SROVNÁNÍ MODELOVÝCH ÚZEMÍ.....	41
7.2	SUCHO V ROCE 2012 A JEHO DOPAD NA MODELOVÉ LOKALITY	42
7.3	PŘEHLED VŠECH NALEZENÝCH DRUHŮ OBOJŽIVELNÍKŮ SE STRUČNÝM KOMENTÁŘEM.....	44
8	ZÁVĚR.....	48
9	POUŽITÁ LITERATURA	49

1 ÚVOD

Obojživelníci jsou živočichové s proměnlivou teplotou krve. To proto, že teplota jejich těla se mění v přímé závislosti na teplotě okolí. Regulovat svou tělesnou teplotu však můžou jen omezeně. Povrch kůže obojživelníků je díky hustě rozestým žlázám s vnějším vyměšováním udržován vlhký. Obojživelníci jsou drobní obratlovci, kteří na našem území tvoří relativně malou skupinu druhů. V České republice jich bylo nalezeno 21 druhů, ve Slovenské republice dokonce jen 18 druhů (ZWACH, 2009).

Vzhledem k jejich biologii a ekologii jsou obojživelníci výbornými bioindikátory životního prostředí (BENGTON, HANSHEL, 1996).

Bioindikátoři mohou poskytovat včasné varování o veškerých změnách, než by mohly vést k významnému ohrožení jednotlivých druhů, populací, společenstev nebo ekosystémů (BURGER, 2006).

Obojživelníci dýchají za pomoci výměny plynů prostřednictvím své pokožky. Díky tomu jsou mnohem více ovlivněni změnami v chemizmu ovzduší a vody spojené se znečištěním toxickými látkami, včetně ztráty ozónové vrstvy v horním patře atmosféry (BENGTON, HANSHEL, 1996).

Polopropustná pokožka obojživelníků není dostatečnou bariérou pro kontaminanty, navíc se pohybují během svého života v různých typech prostředí, což pravděpodobně jejich kontakt se škodlivými látkami zvyšuje. Na druhou stranu tyto vlastnosti činí z obojživelníků výborné biologické indikátory stavu životního prostředí a vhodné objekty testů úrovně toxicity sledovaných látek. Citlivost se liší mezi druhy, dokonce existují rozdíly i v rámci různých částí areálu téhož druhu (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

Charakter Moravskoslezského kraje je z velké části ovlivněn těžbou nerostných surovin. Obdobně jsou na tom i tři lokality, které jsem si vybrala. Jde o dvě staré pískovny a jednu, na které se stále pracuje.

Cílem této práce bylo představit obojživelníky jako důležité bioindikátory životního prostředí a seznámit se se studiem obojživelníků v praxi. K tomuto účelu byly vybrány tři modelové lokality, které se liší charakterem prostředí a intenzitou antropogenní činnosti.

2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OBOJŽIVELNÍKŮ

Obojživelníci jsou vývojově prvními čtvernožci a tvoří přechod mezi vodními a suchozemskými obratlovci. Jejich vajíčka jsou anamniotická, bez vnitřních zárodečných obalů a pevné skořápky a jsou málo odolná proti vysychání (BARUŠ a kol. 1992).

Obojživelníci jsou živočichové s proměnlivou teplotou krve. To proto, že teplota jejich těla se mění v přímé závislosti na teplotě okolí. Regulovat svou tělesnou teplotu však mohou jen omezeně. Povrch kůže obojživelníků je díky hustě rozestým žlázám s vnějším vyměšováním udržován vlhký. Obojživelníci jsou drobní obratlovci, kteří na našem území tvoří relativně malou skupinu druhů. V České republice jich bylo nalezeno 21 druhů, ve Slovenské republice dokonce jen 18 druhů (ZWACH, 2009).

2.1 KOŽNÍ SOUSTAVA A HOSPODAŘENÍ S VODOU

Kůže obojživelníků je rozhraním mezi zvířetem a jeho okolím. Nejen že poskytuje mechanickou ochranu, ale také slouží jako hlavní výměník plynů, vody a dalších látek mezi zvířetem a prostředím (WELLS, 2007).

Pokožkou obojživelníků se totiž uskutečňuje 70 až 80% a při hibernaci čili zimování až 100% potřeby výměny plynů, tedy dýchání (ZWACH, 2009).

Zachování relativně stabilního vnitřního prostředí je rozhodující pro řádné fungování různých fyziologických systémů a biochemické dráhy. Kůže se podílí na mnoha dalších aspektech obojživelníků, jako je ekologie a chování. Kožní žlázy jsou důležité pro námluvy, sexuální rozpoznávání a další aspekty chemické komunikace, zejména u ocasatých obojživelníků. Kožní žlázy také produkují toxické nebo odporné látky, které chrání obojživelníky před predátory. Barevné změny kůže jsou důležité pro komunikaci, regulaci teploty a jako ochrana před dravci. Struktury pocházející z pokožky, jako jsou pářící mozoly, trny a drápy se používají při námluvách a páření. Proto pochopení základní struktury a funkce kůže obojživelníků je nezbytné pro pochopení ekologie a chování těchto zvířat (WELLS, 2007).

Pokožka obojživelníků je díky hustě rozestým žlázám s vnějším vyměšováním udržována u většiny našich druhů obojživelníků stále vlhká a slizká. Navíc je jejich kůže

také silně prostoupena hustou sítí krevních vlásečnic, má podobu i funkci sliznice (ZWACH, 2009).

Vedle toho plní kůže mnoho dalších funkcí jako je například ochrana před poraněním, regulace teploty, mimikry a je hraniční strukturou mezi vnitřním a vnějším prostředím jedince. Epidermální rohovinové šupiny nejsou vytvořeny. Pokožka je hladká a tenká. Rohovinová vrstva *stratum corneum* je vyvinuta slabě, zvláště u forem s vysokým podílem kožního dýchání (BARUŠ a kol. 1992).

Dýchací soustava

Specializovanými dýchacími orgány obojživelníků jsou žábry a plíce. Žábry jsou vytvořeny u larev a uchovávají se po celý život u některých ocasatých obojživelníků, kteří jsou trvale vázáni na vodu. Plíce zajišťují dýchání u metamorfovaných obojživelníků. Na výměně plynů mezi vnějším a vnitřním prostředím se u obojživelníků výrazně podílí také bohatě prokrvená kůže a silně vaskularizovaná výstelka ústní dutiny (BARUŠ a kol. 1992).

Hospodaření s vodou

Po staletí si lidé spojovali obojživelníky s řekami, bažinami, močály a rybníky. Staří Egypťané věřili, že žáby se narodily ze slizu řeky, plynoucí ze spojení půdy a vody při každoročních záplavách na Nilu. Žáby jsou tak úzce spojeny s životadárnou vlastností vody, že se staly symbolem života, plodnosti a znovuzrozením (WELLS, 2007).

Biologická dostupnost vody

Dostupnost vody ovlivňuje téměř každý aspekt života obojživelníků. Dostupnost vodních rozmnožišť je bezesporu významným faktorem zeměpisného a místního rozšíření druhů, které se kvůli rozmnožování spoléhají na stojaté vody. Přetrvávání vodních lokalit může mít významný vliv na reprodukční úspěch. Kompletní reprodukční selhání je velmi běžné mezi obojživelníky rozmnožujícími se u dočasných rybníků, zejména v suchých oblastech. Dokonce i ve stabilním klimatickém pásmu může periodické sucho snížit počet obojživelníků v této oblasti. Dlouhodobá sucha byla navržena jako jedna z mnoha příčin pro úpadek nebo zánik vodní populace obojživelníků v různých částech světa. Takové to poklesy mohou být důsledkem buď selháním reprodukce v několika po sobě jdoucích

letech, nebo mortalitou juvenilních stádií a dospělců vyvolané suchem. Dostupnost vhodných vlhkých mikrostanovišť pro suchozemský život starších stádií obojživelníků je velmi důležitá. Některé druhy úspěšně kolonizovaly pouště a polopouště, ale suchozemští obojživelníci jsou nejvíce rozšíření v relativně vlhkém prostředí, jako jsou chladné horské oblasti a vlhké tropické deštné lesy. Srovnáním vlhkých a suchých stanovišť v lokálním měřítku téměř vždy odhalí větší rozmanitost a početnost obojživelníků na vlhkých místech. Na ještě menším území může vlhkost půdy a dostupnost vlhkých útočišť být důležitým faktorem pro místní hojnost druhů (WELLS, 2007).

Absorpce a skladování vody

Na rozdíl od ostatních pozemních obratlovců, obojživelníci v dospělosti nepijí. U metamorfovaných obojživelníků je voda absorbována především prostřednictvím kůže a stěnami močového měchýře. Kůži může být voda získávána jen v hypotonickém vodním prostředí, popřípadě stykem s vodou obsaženou v substrátu. Za žádných okolností nemůže být využita k příjmu vody vzdušná vlhkost, což můžeme vysvětlit tím, že produkci metabolického tepla je tělní povrch nepatrně teplejší než okolí, takže vodní páry na něm nemohou kondenzovat (BARUŠ, OLIVA a kol. 1992).

Výjimkou je žába *Phyllomedusa sauvagii* (Wagler, 1830), která reaguje na dešťové kapky tím, že drží svůj čenich ve vzduchu a čerpá vodu do úst pomocí hrdelních svalů. To umožňuje těmto stromovým žábám přijímat vodu, aniž by ji musely hledat v kalužích nebo na vlhkých místech (WELLS, 2007).

2.2 KOSTERNÍ A SVALOVÁ SOUSTAVA

Kosterní soustava

Lebka obojživelníků je široká a dorzoventrálně zploštělá. Velká část povrchu hlavy, zvláště u žab, nemá kosterní kryt. Čelistní oblouk u žab je tvořen párovými kostmi. Sekundární patro není vytvořeno a vnitřní nozdry se otvírají v přední části patra úst. V zadní části mozkovny jsou dvě až tři osifikační centra. Osu kostry tvoří páteř složená z obratlů, jejichž tvar je u různých taxonomických skupin různý. Evolučními tendencemi na obratlech a páteři, souvisejícími s osvojováním souše, které u různých taxonů dospěly

do různého stupně, jako je ztráta hemálních oblouků, přechod od amficoelních obratlů k dalším typům umožňujících přímo artikulovat se sousedními obratli. Ocasatí obojživelníci mívají 30 – 100 obratlů. V páteři žab, funkčně přizpůsobeném ke skákavému pohybu, je počet obratlů redukován na 6 – 10. Žebra jsou u recentních obojživelníků v různém stupni redukována. Nejvyvinutější jsou u červorů, velmi krátká u ocasatých obojživelníků a nejsou vytvořena u žab. S výjimkou červorů, kteří nemají končetiny, mají obojživelníci dva páry končetin, které jsou různě modifikovány podle způsobu života a pohybu. Přední končetiny jsou zpravidla čtyřprsté, zadní pětiprsté. Končetiny ocasatých jsou vyvinuty slaběji než u žab. Končetiny žab jsou vysoce specializovány ke skákání a plavání (BARUŠ a kol. 1992).

Svalová soustava

Základní typy svalů u obojživelníků jsou svaly hladké, neovladatelné centrálním nervovým systémem, například ve stěnách trávicího traktu nebo krevních cest. Podobně srdeční pruhovaný sval, který nejde ovládat vlastní vůlí a pracující se značnou autonomií a pruhované svaly, ovládané centrálním nervovým systémem a svalstvo kosterní, které spojuje kosterní elementy a zajišťuje pohyb celého těla (BARUŠ a kol. 1992).

2.3 NERVOVÝ SYSTÉM A SMYSLOVÁ ÚSTROJÍ

Nervový systém je rozhraním mezi zvířetem a jeho prostředím. Prostřednictvím svých smyslových systémů organismus monitoruje vnější svět a jeho vlastní vnitřní stav. Centrální nervový systém integruje příchozí informace a používá je k výběru a uchování zpracovaných informací (FEDER a BURGGREN, 1992).

Centrální nervový systém obojživelníků se celkovou organizací jen málo odlišuje od nervového systému ryb (BARUŠ, OLIVA, a kol. 1992).

Nervový systém u každého obojživelníka odráží hierarchii vlivů. Zprvė, obojživelníci mají organizační smyslový plán, motorové a integrační systémy typické pro všechny obratlovce. Rozdíl ve velikosti, obvodu a fyziologických vlastnostech se vyskytují ve stanovených mezích fylogenetického zachování a pravděpodobně vývojově omezené architektury. Za druhé, funkce, které jsou ztělesněním téměř všech obojživelníků, mají taxonomicky rozšířené vlivy na nervový systém. Hlavním z nich je metamorfóza.

S výjimkou druhů, které postrádají volně plovoucí larvy, obojživelníci podstoupili radikální změny niky a tělo z toho ovlivňuje téměř každý fyziologický systém, jako je přeměna vodní larvy na suchozemského dospělého. Navíc teplota je důležitým aspektem ovlivňujícím obojživelníky. Tito obojživelníci mají proměnlivou tělesnou teplotu a jejich malá velikost a relativně neaktivní životní styl zhoršuje vliv okolní teploty. Za třetí, v rámci základního charakteru sdíleného všemi obratlovci nebo obecné vlivy, které ovlivňují všechny obojživelníky, zvláštní nervové úpravy pro druhy nebo skupiny obojživelníků mohou odrážet rozdíly na stanovištích nebo v chování. Mezidruhové neurální variace shodné s rozdíly chování na stanovištích jsou zvláště patrné ve vizuálním a sluchovém systému. (FEDER a BURGGREN, 1992).

Smyslová ústrojí

Pro většinu obojživelníků jsou pro přežití důležité tři smysly: zrak, sluch a čich. Relativní význam každého tohoto smyslu je silně korelován s životním stylem konkrétního druhu (KHANNA a YADAV, 2005).

Ústrojí zraku

Oči obojživelníků jsou podobné v základních rysech na oči jiných obratlovců s charakteristickou rohovkou, čočkou a sítnicí. U většiny obojživelníků je horní víčko nepohyblivé a spodní pohyblivé. Horní část je obvykle průhledná (KHANNA, YADAV, 2005).

Ve stavbě a funkci oka obojživelníků se odráží četné adaptace spojené s přizpůsobením se suchozemskému životu. Rohovka musí být na vzduchu udržována vlhká, chráněna před vyschnutím a průběžně zbavována prachu. U obojživelníků se poprvé vyvíjejí struktury zajišťující splnění těchto požadavků – oční víčka, oční žlázy a slzný kanálek. S přechodem do suchozemského prostředí nabývá na větším významu také vidět do dálky. Na rozdíl od kostnatých ryb je oko obojživelníků v uvolněném stavu zaostřené na dálku. Čočka je tvrdá, sférická, se zploštělým předním povrchem a neschopná měnit tvar. V sítnici jsou čtyři druhy světločivných buněk- červené tyčinky, zelené tyčinky a jednoduché a dvojité čípky (BARUŠ a kol. 1992).

Ústrojí sluchu

Uši obojživelníků jsou stavebně podobné na uši suchozemských obratlovců. U žab, u kterých samečci přitahují samičky zvukovými projevy, je sluch jednoznačně důležitý a nutný při rozlišování jednoho samečka od ostatních volajících samečků nebo jiných druhů žab. Zvuky jsou přijímány velkými bubínky na obou stranách hlavy a jsou přenášeny jedním nebo více jemných stapediálních kostí do vnitřního ucha (KHANNA, a YADAV, 2005).

Buňky specializované na sluchové vnímání jsou soustředěny ve vlastních sluchových orgánech. U obojživelníků jsou tyto orgány obvykle dva – *papilla basilaris* a *papilla amphibiorum*. Uspořádání sluchového orgánu vnitřního ucha recentních obojživelníků je značně specifické a odlišné od poměrů vyšších obratlovců, což nasvědčuje samostatnému paralelnímu fylogenetickému vývoji za společného základu. Pro žáby je charakteristické mimořádné zvětšení endolymfatických kanálů vstupujících až do páteře. Obsahují značné zásoby vápníku pro formování kostěné kostry, zejména v období metamorfózy (BARUŠ a kol. 1992).

Ústrojí čichu

Chemorecepční orgány jsou u obojživelníků dobře vytvořeny. Po celém tělním povrchu jsou mezi epidermálními buňkami roztroušeny chemoreceptory ve formě volných zakončení výběžků míšních a hlavových či mozkových nervů. Na chemické podměty tak mohou obojživelníci reagovat přímo prostřednictvím kůže, což se uplatňuje například při vyhledávání nezávadných úkrytů či míst pobytu ve vodě. V souvislosti s přechodem do suchozemského prostředí došlo u obojživelníků k zásadním změnám v úpravě čichového ústrojí. Nosní dutina se otevírá ven jediným párem vnějších nozder a vytvořením párů nozder vnitřních získává spojení s ústní dutinou. Stala se tak těsnou součástí dýchacího systému, přes níž proudí vdechovaný i vydechovaný vzduch (BARUŠ a kol. 1992).

U obojživelníků se jako poprvé vytvořil nomeronasální čichový orgán nazývaný Jacobsonův orgán v podobě slepého váčku na mediální či laterální straně nosní dutiny (KHANNA a YADAV, 2005).

Koží receptory

Vedle chemického vnímání je kůže obojživelníků prostřednictvím dalších kožních receptorů citlivá na dotyk, bolest, teplo a chlad. Receptory chladu jsou uloženy v pokožce, teplo hlouběji v kůži. Na mechanickou stimulaci jsou citlivá volná nervová zakončení, hojně uložená mezi buňkami *epidermis*, případně koncentrovaná v sensitivních papílách, které bývají na hlavě, hřbetě, nohách a okrajích tlapy. Taktilními orgány jsou i tykadélka červorů či pulci drápatek (BARUŠ a kol., 1992).

2.4 POHLAVNÍ SOUSTAVA A REPRODUKČNÍ STRATEGIE

Pohlavní soustava, sestávající z gonád a jejich vývodů, produkuje, schraňuje a uvolňuje gamety. Přes zcela odlišné funkce jsou tyto soustavy svými vývody morfologicky a vývojově propojené (BARUŠ a kol. 1992).

Reprodukční strategie

Z hlediska reprodukční biologie jsou obojživelníci neobyčejně rozmanitou skupinou. Různé modifikace oplození, mimořádně rozrůzněné epidermální chování, způsob vývinu zárodku a sexuální cyklus odrážejí odlišnou životní strategii jednotlivých druhů a jsou dokladem různých, často v evoluci paralelně vytvořených způsobů, jak zajistit úspěšnou reprodukci. Rozmnožování obojživelníků má často cyklický charakter a je výrazně ovlivňován vnějšími vlivy, jako je teplota a srážky (BARUŠ, OLIVA a kol., 1992).

U ocasatých je oplodnění obvykle vnitřní. Někteří ocasatí kladou vajíčka do vody a larvy se vyvíjejí ve stejném médiu. Ostatní kladou vajíčka na souš, z nichž se vylíhnou vodní larvy, až po zatopení místa kde byly nakladeny. U některých dalších druhů jsou vajíčka držena ve vejcovodu a nakladena do vody až jako plně vyvinuté larvy nebo dokonce bývají v matce až do metamorfózy, jako u alpského druhu *Salamandra atra*, kteří rodí plně vyvinutého mladého jedince. U žab, na rozdíl od jiných obojživelníků, je vnější oplodnění běžné, ačkoli existuje několik výjimek mezi tropickými druhy, jako jsou *Eleutherodactylus costi* (Duméril a Bibron, 1841). Nejčastější způsob reprodukce u žab, je klasické uložení vajíček a larvální vývoj, kde je v tomto případě mnoho různých variant stejně, jako výjimky z pravidla. Extrémní verze klasického způsobu používaného značným

počtem žab je například ukládání vajíček v malých objemech vody v tropických broméliích, další je produkce vajíček s dostatečným množstvím žloutku, kde larvy vydrží bez krmení až do metamorfózy tohoto způsobu využívá řada žab z jižní Ameriky, Indonésie a Madagaskaru. Žáby vykazují větší rozsah rodičovské péče než ocase. Asi 10% známých druhů žab vykazuje určitou formu péče, a to jak u samic, tak u samců, podle druhu, metody se liší od relativně vzácné ochrany vodních vajíček a pulců, jako je například ukrývání před potenciálními dravci podle samečků *Leptodactylus* (Fitzinger, 1826) a pozoruhodné kanálové výstavby podle samečka Africké býčí žáby (*Pyxicephalus adspersus* – Tshudy, 1838) na záchranu pulců před vyschnutím. Velmi pozoruhodná je skutečnost, že některé druhy žab dokonce krmí své mladé, samečka *Dendrobates pumilio* (Wagler, 1830), mimo jiné uloží své pulce do bazénku v bromélii a poté tam pravidelně ukládá neoplozená vajíčka, kterými se pulci živí (BEEBEE, 1996).

Pohlavní dimorfismus

Obvykle lze určit pohlaví žab podle vnějšího vzhledu, ale typy sexuálních pohlavních znaků se značně liší mezi druhy. Samci některých suchozemských žab mají trny nebo kly pro případ boje; ty druhy, které se nejčastěji rozmnožují ve vodě mají pářicí mozoly (potemnělé a sklerotizované oblasti kůže pro uchopení samic) na předních končetinách; jiní mají zduřelé žlázy na různých částech těla (někdy jde o velké plochy), které činní jejich rozpoznávání jednodušší. Zajímavým pohlavním dimorfismem se projevuje takzvaná vlasatá žába (*Trichobatrachus robustus* – Boulenger, 1900), u níž samečkům v období rozmnožování narostou dlouhé chloupky na bocích a stehnech (BEEBEE, 1996).

2.5 VÝVOJOVÁ STÁDIA OBOJŽIVELNÍKŮ

Vejce všech obojživelníků jsou daleko větší v porovnání se savci. Žabí vajíčka jsou často v průměru několik milimetrů velká, obsahují žloutkovou blánu, která je narušená při vylihnutí embrya. Žabí vajíčka jsou produkována jednotlivě nebo ve shlucích, nebo dlouhých řetězcích, v závislosti na druhu, a jsou vždy zakořeněny v želatinovém mukoproteinu a mukopolysacharidu syntetizované ve vejcovodu. Tento rosol se liší co do složitosti mezi druhy, s čímžli od jedné do několika různých vrstev a její přítomnost má

často zásadní význam pro oplodnění a vylíhnutí. Vajíčka mají často pigmentové skvrny, zejména u těch druhů, které dávají přednost studené vodě, kde přítomnost melaninu může udržet vyvíjející se vajíčko o 0,5–2 °C teplejší než jejich okolí. Žabí vejce jsou velmi náchylná na vysychání, i když některé druhy to minimalizovaly tím, že vytváří pěnová hnízda, která jsou z vnějšku relativně nepropustná (BEEBEE, 1996).

Vývoj obojživelníků je v typické podobě nepřímý. Z vajíčka se líhne larva. Může být velmi nedokonalá, s úplně nezformovaným střevem a výživou závislá na žloutkovém vajíčku. U žabích pulců jsou z počátku viditelné vnější žábry, u larev čolků je vytvořen zvláštní přichytný Rusconiho orgán. U typických larev žab, pulců, kteří mají oválné tělo, široká a mohutný ploutvový ocas a malá ústa opatřená rohovitými zoubky, jsou později žábry ukryty v žaberní komůrce, která je s povrchem spojená otvorem. U larev ocasatých obojživelníků zůstávají vnější keříčkovité žábry stále viditelné. V průběhu larválního vývoje se zakládají končetiny, nejdříve přední, u larev žab jsou to nejprve zadní končetiny, a larva prochází předmetamorfickou fází, která je přípravou na radikální přestavbu organismu během metamorfózy (BARUŠ, OLIVA a kol. 1992).

Metamorfóza pod endokrinní kontrolou, v níž hraje hlavní roli štítná žláza je zvláště důležité. Změny související s těmito dramatickými událostmi jsou často vykonány v překvapivě krátké době. Jen ojediněle skončí proces neúspěchem a pulci se nepodaří proměnit. V případě Evropských vodních skokanů (*Rana kl. esculenta*), její larvy rostou do obřích velikostí (120 mm), a v tomto stavu mohou žít i několik let (BEEBEE, 1996).

Žabí vajíčka a jejich larvy se používají v mnoha studiích. Molekulární techniky jsou využívány hypotézy žabích vztahů za použití dospělých jedinců, ale jen málo bylo vykonáno za použití snadno získatelných larev obojživelníků v těchto analýzách. Některé z těchto technik mohou být užitečné při určování, které larvy představují dospělé. Použitím monoklonálních protilátek se zvýšilo usnesení a ontogenetické pochopení anatomických dat, ale nebyly mnohokrát použity pro rozluštění složitosti vývojových změn. Pulci budou i nadále využíváni ve studiích komunit a populační ekologii a můžou být klíčem k pochopení vnímaného poklesu obojživelníků v některých oblastech světa (MCDIARMID, ALTIG, 1999).

2.6 POTRAVA

Obojživelníci jsou v dospělosti téměř všichni bez výjimky masožravci. Na rostlinnou stravu mají obojživelníci chuť jen zřídka, a ačkoliv někteří vodní mloci a jeden nebo dva druhy žab mohou být částečně nebo úplně vegetariánské, zaujatost vůči masožravosti je mnohem větší než v jakékoliv jiné třídě obratlovců. Obecně platí, že cokoliv co je dost malé na to, aby se dalo spolknout, je pravděpodobné, že bude chápáno jako kořist; až na některé druhy, které jsou velmi toxické, nebo ty, které jsou schopny vykazovat odrazující sousto nebo bodnutí. Hlavní potravní složkou obojživelníků jsou bezobratlí, zejména hmyz, korýši, červi a měkkýši. Na svém seznamu mají, ale také drobné hlodavce, ptáky, ryby a ostatní obojživelníky a plazy (BEEBEE, 1996).

Při vyhledávání potravy se uplatňuje pasivní číhání a aktivní hledání. Rozhodujícím smyslem při lovu je zrak, v menší míře, hlavně u ocasatých, kteří také častěji přijmou i nepohyblivou, nebo mrtvou kořist, čich, popřípadě u vodních obojživelníků i proudový orgán. Na souši se při lovu uplatňuje vysunovatelný jazyk (BARUŠ, OLIVA a kol. 1992).

2.7 TAHY OBOJŽIVELNÍKŮ

Pohyb jedinců mezi nádržemi i mezi nádržemi a terestrickým prostředím závisí na vzdálenosti těchto prvků, na prostupnosti krajiny i migračních schopnostech konkrétního druhu. Vzájemná komunikace sub-populací podmiňuje zachování metapopulační struktury i prosperitu dílčích populací. O osudu celku však zpravidla rozhodují ty nejslabší články. Proto bychom z krajiny neměli likvidovat jakékoliv sebemenší fragmenty, které zvyšují její prostupnost (meze, břehové porosty, periodické tůně atp.), ale i drobné přirozené úkryty. Zajištění konektivity jednotlivých typů prostředí i dílčích populací by mělo být prioritním cílem zejména v oblastech s vysokou antropogenní zátěží krajiny. V nenarušených oblastech nepředstavuje izolovanost populací zásadní problém. Asi není třeba připomínat, že znalost tahových cest obojživelníků v krajině má pro jejich ochranu obrovský význam (VOJAR, 2007).

Typy migrací

V průběhu roku je možno u obojživelníků pozorovat několik typů migrací:

- Jarní tah dospělců ze zimoviště na místo rozmnořování – je ze všech typů migrací nejproblematictější, především proto, že často probíhá masově a je omezen na poměrně krátké období. Tento typ tahu probíhá od konce února do začátku května.
- Zpětný tah dospělců z míst rozmnořování na vhodné suchozemské biotopy – zpravidla bývá rozložen do delšího období, a proto je méně patrný.
- Tah čerstvě metamorfovaných jedinců – probíhá u jednotlivých druhů značně odlišně. Masové tahy malých žabek jsou dobře známy u ropuchy obecné a skokana hnědého.
- Podzimní tah z letních stanovišť k zimovišti. Bývá pozorován nepravidelně od poloviny srpna do listopadu. Je dobře patrný především za deštivých nocí a po delším suchu (MIKÁTOVÁ, VLAŠÍN, 2002).

3 OBOJŽIVELNÍCI JAKO BIOINDIKÁTOŘI ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Vzhledem k jejich biologii a ekologii jsou obojživelníci výbornými bioindikátory životního prostředí. Polopropustná pokožka obojživelníků, není dostatečnou bariérou pro kontaminanty a další aspekty znečištění životního prostředí jako je například UV-B záření. Jsou zároveň také velmi náchylní na nemoci a parazity.

3.1 VYUŽITÍ ŽIVOČICHŮ JAKO BIOINDIKÁTORŮ

Vládní organizace, nevládní organizace, vědci, ochránci přírody a veřejnost se stále více zajímá o posuzování zdraví druhů, populací, společenstev a ekosystémů. Tento zájem vedl k vývoji nástrojů a bioindikátorů zaměřených na stanovení celkového zdraví ekosystémů a jeho součástí. V ekosystémech však jsou desítky, stovky nebo tisíce jednotlivých druhů, zahrnovat do posouzení všechny organismy je nemožné. Protože tyto všechny druhy v ekosystému nemůžou být sledovány, je nezbytně nutné vytvořit sadu bioindikátorů, kteří mohou být použiti pro posouzení stavu a vývoje v rámci tohoto ekosystému. Monitorování a bioindikátoři mohou poskytovat včasné varování o veškerých změnách, než by mohly vést k významnému ohrožení jednotlivých druhů, populací, společenstev nebo ekosystémů (BURGER, 2006).

Dobrý bioindikátor tedy slouží jako náhradní opatření v případě kontaminace životního prostředí, místního stanoviště nebo ohrožení druhu (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

Bioindikace – je modelovou odpovědí biologického systému na působení toxikantu a indikuje určitou integrovanou kvalitu hodnoceného prostředí. Jedná se o integraci látkovou, koncentrační a časovou (ANDĚL, 2011).

- **Integrace látková** – bioindikátor reaguje na celou směs toxikantů, se kterou se dostává do kontaktu.
- **Integrace koncentrační** – výsledná reakce je výsledkem celkového koncentračního rozdělení jednotlivých toxikantů a zahrnuje tedy reakce i na extrémní krátkodobé hodnoty. To je zcela zásadní skutečnost, protože výskyt i krátkých vysokých koncentrací může mít pro organismy letální důsledky.

- **Integrace časová** – bioindikátor reaguje na působení toxikantů po celou dobu, po kterou mu byl vystaven (ANDĚL, 2011).

Nejčastěji používaní bioindikátoři

Nejčastěji používanými bioindikátory jsou rostliny. Používají se daleko častěji než jiné skupiny druhů (BURGER, 2006).

Mezi velmi časté bioindikátory zastupující rostliny patří lišejníky a mechy. Patří mezi dlouhověké organismy, jejichž citlivost vůči vzdušným škodlivinám je dobře známá (SPELLERBERG, 1995).

Téměř 25% používaných bioindikátorů představují bezobratlí živočichové, dalších 12% představují ryby. Ptáci a savci, jako vhodní bioindikátor, jsou používáni méně často. Méně než 2% připadá na plazy a obojživelníky (BURGER, 2006).

3.2 OBOJŽIVELNÍCI JAKO BIOINDIKÁTOŘI

Obojživelníci jako bioindikátoři životního prostředí jsou jedineční hlavně ve své specifické přizpůsobivosti a v neuvěřitelně přesné indikaci jinak nezachytitelných nebo jen opravdu stěží zachytitelných změn, stejně jako procesů v krajině (ZWACH, 2009).

Obojživelníci dýchají za pomoci výměny plynů prostřednictvím své pokožky. Díky tomu jsou mnohem více ovlivněni změnami v chemizmu ovzduší a vody spojené se znečištěním toxickými látkami, včetně ztráty ozónové vrstvy v horním patře atmosféry (BENGTON, HANSHEL, 1996).

Každý z našich obojživelníků má v něčem odlišné a v něčem shodné nároky na své životní prostředí, při současném rozdílu v citlivosti na určité a konkrétní technické zásahy nebo na znečištění prostředí (ZWACH, 2009).

Obojživelníci jsou velmi citliví na chemikálie, ale jiné taxonomické skupiny také. Obojživelníci mají lepší výsledky jako bioindikátoři než třeba ptáci nebo savci, ale je tomu tak především proto, že tyto taxony neosídlily vodní biotopy. Je důležité si uvědomit, že obojživelníci jsou různorodá skupina, která může obsahovat některé dosud neobjevené a vysoce účinné bioindikace. Nicméně to vypadá, že jí jako třídě chybí některé ze základních vlastností dobrých bioindikátorů. V současné době se pak zdá, že může být snazší měřit

environmentální stresory přímo, než provádět pokusy s použitím obojživelníků jako bioindikátoru (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

Způsoby využití obojživelníků jako bioindikátorů

K testování se využívá především fáze vývoje embrya a průběh metamorfózy. Z testovaných organismů jsou to především drápatka vodní (*Xenopus laevis* – Wagler, 1827), někteří skokani, ropuchy a rosníčky. Z ocasatých obojživelníků to jsou žebrovník Waltův (*Pleurodeles waltl* – Michahelles, 1830) a axolotl mexický (*Ambystoma Mexicanum* – Tschudi, 1838). Obojživelníci se používají často k testování endokrinních disruptorů (ANDĚL, 2011).

V současné době jsou velmi používána jako bioindikátor těžkých kovů zvířata z vyšších taxonomických skupin a obojživelníci hrají důležitou roli při monitorování těchto toxických látek. Díky několika zvláštnostem jsou tyto suchozemští obratlovci vhodné jako bioindikátoři pro biomonitoring (KUZMIN, 1997).

Metamorfóza obojživelníků je závislá na hormonech štítné žlázy, takže obojživelníci jsou ideálním druhem pro studium potencionálních endokrinních účinků fluoxetinu a sertralinu. Při zkoumání proměn larev byly zjištěny účinky vyplývající z expozice fluoxetinu a sertralinu. Bylo zjištěno, že antidepresiva podaná pulci způsobují, že se pulec promění v dospělé rychleji, než pulci, kteří těmito látkám nejsou vystaveni (WHITACRE, 2012).

- **Drápatka vodní** – vodní žába původem z Afriky, patří k významným laboratorním druhům. Vzhledem ke své citlivosti na hormony se používá k těhotenským testům. Ekotoxikologický test FETA je zaměřen na testování genotoxicity a teratogenity. Používá se k testování endokrinních disruptorů. Při jejich přítomnosti se objevuje současně výskyt vaječníků i varlat u jednoho jedince (ANDĚL, 2011).
- **Žebrovník Waltův** – patří mezi čokly a je důležitým laboratorním organismem pro biochemii, genetiku, embryologii i ekotoxikologii. Je používán k testování genotoxicity látek (ANDĚL, 2011).

3.3 KONTAMINANTY

Polopropustná pokožka obojživelníků není dostatečnou bariérou pro kontaminanty, navíc se pohybují během svého života v různých typech prostředí, což pravděpodobnost jejich kontakt se škodlivými látkami zvyšuje. Na druhou stranu tyto vlastnosti činí z obojživelníků výborné biologické indikátory stavu životního prostředí a vhodné objekty testů úrovně toxicity sledovaných látek. Obecně jsou vůči polutantům citlivější raná vývojová stádia. Citlivost se liší mezi druhy, dokonce existují rozdíly i v rámci různých částí areálu téhož druhu (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

Zemědělská činnost

V nedávných studiích o účincích zemědělství na biologickou rozmanitost obojživelníků byly obvykle překroucené. Přesto, že vědci považují zemědělství za významné ohrožení jedinců nebo celých skupin obojživelníků a je často zodpovědné za globální pokles jejich populace. Obojživelníci jsou nejvíce vystaveni pesticidům během larválního vývoje ve vodních stanovištích, neboť se shodují s načasováním jejich používání (PIHA, 2006).

Pesticid může v závislosti na dávce a době expozice působit na pulce několika základními mechanismy:

- Při nízkých dávkách se jedná o snížení vitality, která má za následek zpomalení pohybu.
- Vyšší dávky mohou snížit rychlost růstu a po metamorfóze vznikají menší dospělí jedinci.
- A vysoké dávky mohou způsobit přímý úhyn pulců (ANDĚL, 2011).

Nicméně expozice pesticidů během pozemního života může rovněž představovat hrozbu (PIHA, 2006).

Jeden z herbicidů, který představuje nebezpečí pro obojživelníky je atrazin. Představuje potenciální riziko pro obyvatele řek a pitné vody a byl značně přezkoumáván s ohledem na jeho možné účinky na procesy v ekologických systémech. První důraz byl kladen na rostliny, členovce a ryby vystavené typickým koncentracím. Toto hodnocení došlo k závěru, že atrazin nepředstavuje významné akutní nebo chronické ekologické

riziko. Testy však nebyly zaměřeny na konkrétní věci, jako je například dopad na reprodukci, endokrinní systém nebo vývin. Atrazin se dá v největších množstvích najít v povrchových vodách s vyšším pH spojeným s jeho hlavním použitím v zemědělství. Působení atrazinu může u obojživelníků vést k onemocnění růstu zadních končetin, zpoždění metamorfózy a dochází k feminizaci u žab již v extrémně nízkých koncentracích (MCCLELLAN, 2009).

Pokud se toto potvrdí i u jiných druhů a v jiných oblastech, tak by tyto výsledky mohly mít vážné ekologické a ekonomické důsledky (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

Další toxické látky ze zemědělství mohou představovat dusíkatá hnojiva. Dusičnany jsou konečným stupněm rozkladu organických dusíkatých látek v aerobním prostředí. Jsou to látky pro vodní organismy velmi slabě jedovaté. Toxické účinky se projevují až při koncentracích nad 1 000 mg/l. Sledování koncentrace z hlediska přímého vlivu na obojživelníky není důležité. Vysoký obsah dusičnanů může vést k druhotné kontaminaci vod hnilobnými procesy (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

Kyselost vody

Zdraví a růst obojživelníků je ovlivněn kyselostí vody. Vodní pH se pohybuje od samé kyseliny (pH 0) až po velmi alkalické (pH 13). Čistá voda je neutrální a má pH 7. Kyselé potoky a bažiny, které poskytují prostředí pro obojživelníky, může mít pH nižší než 4. Alkalické vody mohou mít pH vyšší než 8 a může ovlivnit přežití obojživelníků v této lokalitě. PH spolupracuje s dalšími aspekty kvality vody, například některé kovové ionty mohou výrazně zvýšit škodlivé účinky s nízkým pH (BROWNE, 2009).

Mezní hodnoty ekologických faktorů se vyjadřují dvěma způsoby:

- a) letální hodnoty – takové, při nichž dochází k stoprocentní mortalitě
- b) kritické hodnoty – hodnoty, při nichž je mortalita 50 %

Bylo například zjištěno, že s vývojem larev roste jejich snášenlivost vůči nízkému pH. Larvy tolerují nižší pH než embrya. Ocasatí obojživelníci jsou k nižším hodnotám pH tolerantnější než žáby. Tolerance k pH je dána samozřejmě i příslušností k určitému druhu (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

3.4 ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ

Antropogenní ozón výrazně zvýšil UV-B záření (280-315 nm vlnové délky) na přízemní ve vyšších zeměpisných šířkách. UV-B záření má více efektů na ekosystém, některé škodlivé a některé prospěšné (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

Vitamín D3 je nezbytný pro obojživelníky a může přijít ze strany ultrafialového záření beta, vitamín D3 podporuje syntézu v kůži. Nejvýraznější reakce na nedostatek vitamínu D3 je pravděpodobnost, že bude mít malou hustotu kostry a sníženou reprodukci a imunitu (BROWNE, 2009).

Experimenty v přírodních nádržích, převážně v horských regionech Severní Ameriky podmiňující zvýšení UV-B záření jako možnou příčinu poklesu stavu obojživelníků. Embrya některých druhů obojživelníků přežívají lépe, když byly chráněny před UV-B zářením, než ti, kteří mu byli vystaveni. Podobné škodlivé účinky UV-B záření byly pozorovány také v laboratořích, včetně používání Evropských druhů obojživelníků. Navíc družicové opatření UV-B záření v úrovni dvaceti lokalit ve Střední a Jižní Americe zaznamenaly nárůst mezi roky 1979 – 1998, které dosahovaly větších hodnot v oblastech, kde byl pokles obojživelníků nejzávažnější. Nicméně, embrya a larvy mnoha druhů obojživelníků v tropických deštných pralesích, nejsou vystaveny UV-B záření, tak jako ti v otevřených horských jezerech v zemích mírného pásma. Další problém poklesu obojživelníků připisovaný zvýšenému UV-B záření je ten, že mírné koncentrace rozpuštěných organických hmot, může zmírnit účinky UV-B záření pod vodní hladinou. Jako je častá odpověď obojživelníku na ostatní antropogenní faktory, zdá se pravděpodobné, že reakce na UV-B záření, stejně jako interakce mezi UV-B zářením a dalšími faktory, se značně liší mezi regiony, druhy a klimatickými pásmy (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

3.5 ONEMOCNĚNÍ A PARAZITI

Dramatická úmrtnost u některých klesajících populací obojživelníků poskytly důkazy, že onemocnění mohou hrát důležitou roli u některých druhů obojživelníků. *Rana* virus (*Iridoviridae*) způsobuje vysokou úroveň úmrtnosti u tygřích mloků (*Ambystoma tigrinum*), ale populace se obvykle zotaví. Genom tohoto viru je kompletní a není u něj žádný důkaz dlouhodobého přetrvávání virových částic mimo mloky. Červ (*Ryburoia ondatrae*is), který způsobuje deformaci nohou u žab. Zvýšení eutrofizace zvýhodňuje šneky, kteří poskytují sekundární hostitele pro tohoto parazita. V této situaci, změny v kvalitě vody způsobenou lidskou činností změnili společenskou strukturu a tím prediční vzory, upřednostňující šneky, kterého používají výhradně jako první meziprodukt hostitele. Houby (*Saprolegnia ceous*) mohou způsobit vysokou úroveň úmrtnosti vajec obojživelníků a v tomto případě může jít o synergické efekty mezi plísňovou infekcí a UV-B zářením (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

V České republice se také setkáváme s cizopasnými organismy, kteří napadají obojživelníky. Dělíme je podle místa parazitování na endoparazity – čili vnitřní parazity (nejčastěji v trávicím traktu) a ektoparazity – neboli vnější parazity. Vnitřní paraziti obojživelníků jsou nejčastěji oblí červi, hlavně škrkavky. Dalším vnitřním parazitárním onemocněním obojživelníků jsou myiáze (*myiasis*), což je napadení organismu mušními larvami. Tuto nemoc poznáme díky tomu, že postižení obojživelníci mají zdeformovanou hlavu, což způsobují masožravé larvy much. V našich podmínkách se toto onemocnění týká především ropuch a to zejména ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a krátkonožé (*Epidalea calamita*). Tito vnitřní cizopasníci však přenosní na člověka nejsou. Stejně jako člověka napadá obojživelníky velké množství hmyzu. Jde především o komáry (ZWACH, 2009).

Další velkou hrozbou pro obojživelníky je chytridiomykóza, ač známá teprve několik posledních let, je považována za jednu z nejvýznamnějších globálně působících příčin ohrožení obojživelníků. Výskyt této nemoci není vyloučen ani u nás (MIKÁTOVÁ, VLAŠÍN, 2002).

Hrozba chytridiomykózy souvisí s jejím přetrváváním v životním prostředí. Nicméně je jen málo známo o biogeografických a environmentálních faktorech spojených s touto nemocí. Poměrně málo je známo o přetrváváním chytridiomykózy v prostředí, kde se obojživelníci nevyskytují (BROWNE, 2009).

Je charakterizován nepohlavními reprodukčními spórami (zoospory), které se ve vodním prostředí pohybují prostřednictvím jednoho bičíku. Pohyblivá zoospora se při kontaktu se substrátem stane během čtyř dnů zoosporangiem. Zoospory, které jsou následně uvolňovány pomocí výpustní trubice, mohou žít ve vodě až sedm týdnů a jsou infekční pro žáby i pulce. Žáby s chytridiomykózou mohou zemřít, být nemocné nebo na první pohled v pořádku. Nejvýznamnější ze všech příznaků jsou změny v chování, jako např. strnulost v nepřirozené poloze, letargie, ztráta přirozených reflexů, sezení se zadními nohama nepřirozeně daleko od těla. Infikovaní, ale bez problémů přežívající pulci, vykazují nízkou pohybovou aktivitu.

Dále se projevuje ohniskovým rohovatěním kůže. Rozvoj chytridiomykózy efektivně zastavují temporiny, peptidy s antimikrobiálním účinkem, produkovány zrnitými kožními žlázami obojživelníků. Konkrétně jde o temporin A, izolovaný ze skokana hnědého a dále vosí temporin (MIKÁTOVÁ, VLAŠÍN, 2002).

3.6 KLIMATICKÉ ZMĚNY

Nedávné globální změny klimatu by mohly mít negativní vliv na populaci obojživelníků. Průměrná teplota na planetě vzrostla o 0,6 °C za posledních 100 let s urychlením od roku 1970 (BEEBEE, GRIFFITHS, 2005).

Někteří vědci se domnívají, že antropologické klimatické faktory způsobují to, že se klima na zemi mění ve zrychleném tempu a směřuje ke globálnímu oteplování, a že se změny budou lišit mezi jednotlivými regiony. Mnoho druhů obojživelníků nemusí být schopno vyrovnat se s těmito změnami. Během posledních období dramatické klimatické fluktace přežití druhů, byla především prostřednictvím útočišť v malých oblastech vhodných zbytkových stanovišť, teď se ale musí přizpůsobit širokému spektru klimatu v širším regionu, nebo se přestěhovat do oblastí s výhodnějším klimatem. S rostoucí fragmentací stanovišť může odstranění koridorů pro migraci a ztrátu mnoha mikrostanovišť ohrozit schopnost druhů přežít klimatické změny. Pokud změna klimatu způsobuje nadměrné oteplení nebo sucha, některé druhy mohou být velmi ohroženy. Patří mezi ně i druhy obojživelníků, kteří jsou závislí na malých chladných plochách na horách, a ti, kteří se rozmnožují v okrajových částech pouští (BROWNE, 2009).

3.7 OCHRANA OBOJŽIVELNÍKŮ

Nedávné globální monitorování obojživelníků ukázalo, že 32% z 6000 druhů obojživelníků po celém světě je ohroženo a hrozí jim vyhynutí. To je zdaleka největší podíl ze všech zvířat, které jsou na pokraji vyhynutí. Většina lidí si spojuje obojživelníky se sladkovodními stanovišti, zejména rybníky a nejaktivnější ochránářské úsilí jsou zaměřena právě na tato stanoviště. Velká část obojživelníků využívá vodní stanoviště výhradně k rozmnožování a k dokončení svého vývoje. Na souši jsou obojživelníci rozprostřeni na velkých lokalitách. V důsledku toho je ochrana na pozemních stanovištích špatně vyvinutá (GASCON, COLLINS, MOORE, 2005).

Příčin ubývání obojživelníků je velmi mnoho. Na prvním místě je však třeba uvést likvidaci nebo změny biotopů. Všichni živočichové jsou svou existencí závislí na přítomnosti či nepřítomnosti vhodného prostředí. I narušené prostředí však je možno umělými zásahy natolik zlepšit, aby se stalo pro určité druhy živočichů přijatelným. Příkladem může být například budování drobných vodních ploch nebo ochrana v době jarní migrace. Při praktické ochraně obojživelníků je proto nezbytné věnovat pozornost nejen ochraně nenarušených nebo málo narušených biotopů, ale také druhotným stanovištím – extenzivně obhospodařovaným rybníkům, příkopům u cesty, loužím na cestách a podél cest, kamenolomům, písčovým a výsypkám. Vhodná úprava a ochrana těchto míst může nejen zabránit mizení dalších populací, ale naskýtá se i možnost, že dojde k rozšiřování a kontaktu populací doposud izolovaných (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

4 CHARAKTERISTIKA MODELOVÝCH ÚZEMÍ

Celkem jsem si zvolila tři modelové lokality, na kterých byl proveden výzkum. Všechny tři lokality se nacházejí na území Moravskoslezského kraje. Každá ze tří lokalit se nachází v jiné části, ale spojuje je antropogenní původ. Jedno ze zkoumaných míst je u Opavy: jde o pískovnu u Darkoviček, další lokalita se nachází ve Václavovicích u Havířova a poslední je stará pískovna v Klimkovicích u Ostravy (viz Obrázek 1).



Obrázek 1: Umístění modelových lokalit

zdroj: topograf.cz

Legenda:

1 – Darkovičky u Opavy

2 – Klimkovic

3 – Václavovice

4.1 PŘÍRODNÍ POMĚRY MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Geologické poměry

Moravskoslezský kraj má složitou geologickou stavbu, protože leží na dvou jednotkách nadregionálního významu – Českého masivu, jenž je součástí zemské kůry konsolidované variskou orogenezí, která proběhla v závěru prvohor, a karpatské soustavy, zformované koncem třetihor. V oblasti lze vymezit tři strukturní patra, z nichž každé má autonomní stavbu – asyrské, variské a alpínské patro. Pokryvné útvary tvoří křídové, miocenní a čtvrtohorní horniny. Z hlediska regionálně-geologického dělení Českého masivu náleží území kraje k moravskoslezské oblasti, která se dále dělí na několik dílčích jednotek, přičemž na území kraje jsou zastoupeny pouze tři – silesikum, moravskoslezský devon a moravskoslezský karbon (krajský úřad [online], 2012).

Geomorfologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění České republiky náleží území Moravskoslezského kraje k oběma základním taxonomickým jednotkám, které se na území České republiky vyskytují:

- Hercynskému systému (severozápadní polovina kraje)
- Alpínsko – himalájskému systému (jihovýchodní polovina kraje)

Z hlediska geomorfologických provincií spadá území Moravskoslezského kraje na severozápadě do provincie České vysočiny, na jihovýchodě do provincie Západních Karpat a malou severní část do provincie Středoevropské nížiny (krajský úřad [online], 2012).

Tabulka č.: geomorfologické členění Moravskoslezského kraje (DEMEK, 1987)

PROVINCIE	SUBPROVINCIE	OBLASTI	CELEK
Česká vysočina	Krkonožsko–jesenická soustava	Jesenická podsoustava	Hanušovická vrchovina Zlatohorská vrchovina Hrubý ješeník Nízký ješeník
Středoevropská nížina	Středopolská nížina	Slezská nížina	Opavská pahorkatina
Západní Karpaty	Vněkarpatské sníženiny	Západní vněkarpatská sníženina Severní vněkarpatská sníženina	Moravská brána Ostravská pánev
	Vnější západní Karpaty	Moravsko-slovenské Karpaty	Vizovická vrchovina Javorníky
		Západobeskydská podhůří	Beskydská pahorkatina
		Západní Beskydy	Hostýnsko-vsetínská hornatina Rožnovská brázda Moravskoslezské Beskydy Jablunkovská brázda Slezské Beskydy

Klimatické poměry.

Mírně teplá podnebná oblast:

Ostravská pánev a Moravská brána – s počtem 40-50 letních dnů (kdy max. teplota je vyšší nebo rovna 25°C, 30-40 ledových dnů (kdy min. teplota je rovna nebo je nižší než – 0,1°C, s 90-120 dny se srážkami 1 mm a více, srážkový úhrn ve vegetačním období zde dosahuje v průměru 350-450 mm, v zimním období 200-300 mm. Podhůří Jeseníků a Beskyd – s počtem 30-40 letních dnů, 30-50 ledových dnů, 350-500 mm srážek ve vegetačním období.

Chladná podnebná oblast:

Jeseníky, Beskydy – 10-30 letních dnů, 40-70 ledových dnů, 120-140 dnů se srážkami 1 mm a více, 500-700 mm srážek ve vegetačním období, v zimním období 300-500 mm Moravskoslezské Beskydy (krajský úřad [online], 2012).

Hydrologické poměry

Větší část regionu náleží převážně k povodí horního toku Odry, která se vlévá do Baltského moře. Povodí má dvě z hydrologického hlediska specifické části – rozsáhlejší jesenickou a menší část beskydskou. Odra sama po výtoku z Nízkého Jeseníku protéká Vněkarpatskými sníženinami přibližně na rozhraní České vysočiny a Západních Karpat. Spolu s hlavními přítoky, levostrannou Opavou s Moravicí a pravostrannou Ostravicí a Olší vytváří kostru hydrografické sítě sbíhající se v Ostravské pánvi. Jižní část CHKO Beskydy náleží povodí Bečvy (úmoří Černého moře), které zasahuje jen velmi malou částí do okresu Nový Jičín. Jižní část okresu Bruntál náleží k povodí Moravy. Odvodňují ji levostranné přítoky Moravy – Oskava (s přítoky Oslavou, Tepličkou a Sitkou), Trusovický potok a Bystřice. Hlavní zdroje pitné vody jsou vodárenské nádrže Šance a Morávka, Kružberk (Nízký Jeseník) a Slezská Harta (krajský úřad [online], 2012).

Chráněná území

Významnou plochu – 16 % rozlohy – 889,8 km² zauímají chráněné krajinné oblasti. Jde o rozsáhlá území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, s výrazným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů, s hojným zastoupením dřevin, popřípadě dochovanými historickými památkami. Na území Moravskoslezského kraje se nenachází žádný národní park, jsou zde ale 3 chráněné krajinné oblasti (CHKO):

CHKO Poodří – 81,5 km², vyhlášena v roce 1991

CHKO Jeseníky – celkem rozloha 743,91 km², v MSK jen část- zhruba 1/3 – 247,9 km², vyhlášena v roce 1969

CHKO Beskydy – celkem rozloha 1 200 km² (největší CHKO v ČR) – v MSK 46,7 % - 560,4 km², vyhlášena v roce 1973 (krajský úřad [online], 2012).

4.2 PÍSKOVNA VÁCLAVOVICE

Katastrální území: Šenov u Ostravy, Václavovice u Frýdku - Místku

Nadmořská výška: 244 - 278 m n. m.



Obrázek 2: stará pískovna Václavovice

zdroj: maps.google.cz

Jde o významné recentní rozmnožiště a výskyt čolka velkého (*Triturus cristatus*). Z důvodu výskytu rozmnožiště prvotního druhu čolka velkého (*Triturus cristatus*) se stala Václavovická pískovna nařízením vlády č.132/2005 Sb. lokalitou evropského významu zařazenou do kategorie zvláště chráněného území Natura 2000.

Vlastní lokalita, bývalá pískovna, se nachází ve svahu kopce, nad loukami u Frýdeckého potoka, asi 10 km od Ostravy, který je v Šenově nazýván Václavovickým potokem.

Historie pískovny sáhá až ke konci 19 století, kdy zde byla otevřena prosperující pískovna. Po roce 1948 byla pískovna zestátněna. V padesátých letech minulého století byl v pískovně těžen písek ve velikém množství. Určen byl na stavbu nejmladšího města v republice, nedalekého Havířova. Skutečnost, že jediná cesta z pískovny vedla přímo na

území Šenova, byla rovněž jedním z důvodů, proč je mnoha místními obyvateli považována za šenovskou.

Od šedesátých let, kdy se písek přestal těžit, začala pískovna postupně zarůstat křovím a různými dřevinami (viz Obrázek 3).



Obrázek 3: jedno z jezírek na staré pískovně ve Václavovicích vlastní foto

Geologické a geomorfologické poměry

Podle geologické mapy se Václavovice skládají z těchto geologických částí:

Nivní sedimenty – hlína, písek, štěrk

Naváté sedimenty – spraše, sprašová hlína

Ledovcové a říční sedimenty – písek a štěrk (DEMEK, 1987)

Z geomorfologického členění dle Demka (1987) se tato oblast řadí jako okrsek - Příborská pahorkatina a Třinecká brázda

Hydrologické poměry

Přes Václavovice protéká Václavovický potok.

Faunatické poměry

Na této lokalitě se nachází také celá řada dalších živočichů kromě obojživelníků. Nádrže obývají některé druhy vodních měkčů, jako je například plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) nebo okružák ploský (*Planorbis corneus*). Také tu můžeme najít některé druhy vážek jako šídlo sítinové (*Aeshna juncea*).

4.3 PÍSKOVNA DARKOVIČKY

Katastrální vymezení: Darkovičky u Opavy



Obrázek 4: pískovna u Darkoviček

zdroj: maps.google.cz

Samotná lokalita pískovny se nachází asi 1,5 km za Darkovičkami u Opavy. Jezírko je na malé pískovně, na které se těží písek a kamení, (viz Obrázek 5).



Obrázek 5: pískovna Darkovičky

vlastní foto

Geologické a geomorfologické poměry

Podle geologické mapy se pískovna u Darkoviček skládá z těchto geologických částí:

Svahové sedimenty – hlína, písek

Naváté sedimenty – spraše, sprašová hlína

Ledovcové a říční sedimenty – písek a štěrk (DEMEK, 1987)

Z geomorfologického členění podle Demka (1987) se řadí do opavské pahorkatiny.

Hydrologické poměry

Celé území opavského okresu je odvodňováno řekou Odrou do Baltského moře. Kromě řeky Opavy je ve sledovaném území potok Ostrá, Kateřinský potok, Oldřišovský potok a Chmutovec.

Faunatické poměry

Kromě obojživelníků zde můžeme narazit na zajíce polního (*Lepus europaeus*), šidélko rudoočko (*Erythromma najas*). Z řad plazů zde můžeme potkat ještěrku živorodou (*Zootoca vivipara*).

4.4 PÍSKOVNA KLIMKOVICE

Katastrální vymezení: Klimkovice - Václavovice



Obrázek 6: mapa stará pískovna Klimkovice

zdroj: maps.google.cz

Tato lokalita se nachází v Klimkovicích na ulici Václavovice asi 7 km od Ostravy. Jde podobně jako u Václavovické pískovny o pískovnu, na které se již delší dobu nepracuje (viz Obrázek 7).



Obrázek 7: stará pískovna Klimkovice

vlastní foto

Geologické a geomorfologické poměry

Podle geologické mapy se pískovna v Klimkovicích skládá z těchto geologických částí:

Nivní sedimenty – hlína, písek, štěrk

Naváté sedimenty – spraše a sprašová hlína

Ledovcové a říční sedimenty – písek a štěrk (DEMEK, 1987)

Z geomorfologického hlediska dle Demka (1987) se řadí do okrsku - Klimkovická pahorkatina

Hydrologické poměry

Přes město Klimkovice protéká potok Rakovec.

Faunatické poměry

Nádrže obývají některé druhy vodních měkkýšů, jako je například plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) nebo okružák ploský (*Planorbis corneus*).

5 MATERIÁL A METODIKA

Studium obojživelníků bylo provedeno na třech lokalitách v Moravskoslezském kraji. Jako modelová území byly vybrány pískovny. Jedná se o pískovnu u Darkoviček u Opavy a dvě staré pískovny. Jedna se nachází v Klimkovicích, a druhá ve Václavovicích.

Průzkum diverzity obojživelníků bylo provedeno na jednotlivých lokalitách v průběhu dvou let od 20. 3. 2011 do 29. 9. 2012 (viz Tabulka č. 1: kalendář návštěv).

Roční pozorování bylo rozděleno na 3 období:

1. Období jarního tahu (březen – květen)
2. Letní období – pozorování larev obojživelníků, vodních skokanů a ocasatých obojživelníků (červen – září)
3. Období zimování (říjen – únor)

Obojživelníci byli určováni vizuálně podle práce Zwacha (2009) a podle akustických projevů Pelz (2012). Z důvodů co nejmenšího zasahování do života obojživelníků nebylo prováděno měření tělesných proporcí (zejména u hnědých skokanů).

Relativní hodnocení početnosti bylo rozděleno podle trojčetné stupnice na hojně se vyskytující, řídce se vyskytující a vyskytující se ojediněle dle práce Lososa (1986).

Data o úhrnu srážek byla pořízena z databáze meteorologických stanic ve Václavovicích, Opavě a Ostravě – Porubě. Z těchto dat za pomoci Microsoft Excel byly vytvořeny grafy.

Hloubka jednotlivých nádrží byla měřena za pomoci dřevěné tyče a posléze podle rysky, kterou zanechala voda na dřevěné tyči, byla pomocí skládacího metru naměřena hloubka nádrže.

Obojživelníci byli nejčastěji zaznamenávání ve večerních hodinách. Za pomoci světla z baterky se dají na krátkou dobu oslepit a pak jednoduše vylovit pomocí podběráku. Potom už jde jednoduše určit druh a pohlaví. Na obojživelníky vždy saháme mokřýma rukama. Na jaře byly počítány snůšky a byla prováděna jejich identifikace. Ocasatí obojživelníci byli počítáni nejčastěji přes den.

Vždy byl zapsán počet příchodů, nalezené druhy a jejich počet. Dále bylo určováno a zapisováno pohlaví obojživelníků.

Nezbytným vybavením pro pozorování a odchyt obojživelníků jsou vysoké holínky, skládací metr, síť či podběrák, baterka, nádoby na larvy obojživelníků nebo jejich snůšky.

Všechna data byla zpracována pomocí počítačových programů. Následně v Microsoft Excelu byly vytvořeny jednoduché tabulky se seznamem obojživelníků v jednotlivých lokalitách.

Během monitoringu byly pořízeny digitální fotografie pomocí fotoaparátu SONY cibershot G.

Porosty dřevin a keřů byly určovány dle knihy Heckera (2001). Byliny byly určeny podle práce Kubáta (2002).

Tabulka č. 1: kalendář návštěv na modelových lokalitách za rok 2011 a 2012

měsíc	2011			2012		
	A	B	C	A	B	C
Leden	-	-	-	-	-	-
Únor	-	-	-	-	-	-
Březen	1	1	1	1	1	1
Duben	3	4	2	1	2	1
Květen	2	3	1	1	1	1
Červen	1	1	1	-	1	-
Červenec	1	1	1	-	-	-
Srpen	1	2	1	-	1	-
Září	1	1	1	1	1	1
Říjen	-	-	-	-	-	-
Listopad	-	-	-	-	-	-
Prosinec	-	-	-	-	-	-
	10	13	8	4	7	4
celkem	31			15		

Legenda:

A – stará pískovna ve Václavovicích

B – pískovna u Darkoviček

C – stará pískovna v Klimkovicích

6 VÝSLEDKY

Tato kapitola je zpracována na základě dat z dvouletého pozorování na staré písčově ve Václavovicích, písčově u Darkoviček a staré písčově v Klímkovicích. Jednotlivé výsledky na lokalitách jsou uvedeny zvlášť. Také každý druh má jinou ekologickou valenci, od které se odvíjí jejich výskyt.

6.1 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH PARAMETRŮ MODELOVÝCH LOKALIT

Obojživelníci byli pozorováni na třech odlišných modelových lokalitách. Na každé z těchto lokalit roste jiný druh a množství vegetace.

Také na každé z modelových lokalit je jiný typ nádrže. Každá z těchto nádrží má jinou velikost plochy a jinou hloubku (viz tabulka č. 2).

Tabulka č. 2: údaje o vodních nádržích

Charakteristika	Pískovna Václavovice	Pískovna Darkovičky	Pískovna Klímkovice
Počet nádrží	3 - 4	1	1
Rozloha vodní plochy (m ²)	2 – 5	5	8
Průměrná hloubka (cm)	40	150	20

Vegetační poměry na staré písčově ve Václavovicích

Květena kolem Václavovické písčovny je poměrně rozmanitá.

Ve stromovém patře jsou velmi častou vegetační jednotkou jasan – olšové luhy L2.2, s přechodem do biotopu polonské dubohabřiny L3.2. (CHYTRÝ, KUČERA, KOČÍ, 2001). Nejčastějšími zástupci je habr obecný (*Carpinus betulus*), dub letní a zimní (*Quercus robur*, *Q. petraea*). Jasan – olšové luhy zastupuje především jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a olše zelená (*Alnus viridis*).

V keřovém patře roste nejčastěji líska obecná (*Corylus avellana*), bez černý (*Sambucus nigra*), maliník (*Rubus* sp. div.).

V bylinném patře roste velmi hojně na jaře sasanka hajní (*Anemone nemorosa*), sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*) a dímnivka dutá (*Coridalis cava*). Nejčastějšími zástupci trav jsou metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) a ostřice srstnatá (*Carex hirta*), která pokrývala kraje břehů všech nádrží. Jako vodní rostliny se zde vyskytující, můžeme jmenovat například rdesno menší (*Persicaria minor*), zevar vzpřímený (*Sparganium erectum*) (viz Obrázek 8), přeslička bahenní (*Equisetum palustre*) a na hladině plovoucí okřehek menší (*Lemna minor*). Mezi nejčastější byliny patří konopice sličná (*Galeopsis speciosa*) nebo netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).



Obrázek 8: Zevar vzpřímený (*Sparganium erectum*)

vlastní foto

Vegetační poměry na písčinně u Darkoviček

Jelikož se na této lokalitě stále pracuje, tak je tím rozmanitost vegetace velmi ovlivněna. Zeleň se nachází jen v nepatrné části okolo nádrže.

Ve stromovém patře se nachází jen pár náletových dřevin a to olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*) a vrba bílá (*Salix alba*).

Jako zástupce keřového patra je zde pouze ostružiník polní (*Rubus caesius*).

V bylinném patře jako vodní rostliny můžeme jmenovat rdesno bleší (*Persicaria lapastrofolia*), rdesno červivec (*Persicaria lapulosa*), přeslička lesní (*Equisetum*

sylvaticum) a orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), který pokrývá velkou část vodní plochy. Mezi další rostliny, které se zde vyskytují, patří mochna husí (*Potentilla anserina*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), hořčík jestřábníkový (*Picris hieracioides*) a vrbovka chlupatá (*Epilobium hirsutum*).

Vegetační poměry na staré písčově v Klimkovicích

Tato písčově podobně jako písčově ve Václavovicích je již opuštěná, proto je vegetační rozmanitost větší. Bohužel tato lokalita slouží některým lidem jako skládka, takže je lidskou činností ovlivňována.

Ve stromovém patře je nejhojněji zastoupeno dubohabřinou. Nejčastějšími zástupci jsou habrem obecným (*Carpinus betulus*), dubem letním a zimním (*Quercus robur*, *Q. petraea*). Dále se zde vyskytuje olše zelená (*Alnus viridis*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*) a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*).

V keřovém patře roste nejčastěji líska obecná (*Corylus avellana*), bez černý (*Sambucus nigra*), maliníky (*Rubus* sp. div.).

V bylinném patře můžeme jako zástupce trav jmenovat například sítinu rozkladitou (*Juncus effusus*) nebo kostřava luční (*Festuca pratensis*).

Jako příklady bylin můžeme jmenovat ledenec přímořský (*Tetragonolobus maritimus*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), radyk prutnatý (*Chonchilla juncea*) a kostival lékařský (*Symphytum officinale*).

6.2 PŘEHLED VÝSLEDKŮ DLE JEDNOTLIVÝCH MODELOVÝCH LOKALIT

V tomto souhrnu je uvedena diverzita obojživelníků na pozorovaných oblastech. Jsou zde uvedeny druhy podle hojnosti výskytu.

Obojživelníci vyskytující se na staré písčově ve Václavovicích

V této oblasti byla zaznamenána přítomnost celkem 3 druhů z obou řádů našich obojživelníků. Řád ocasatí (*Caudata*) je zastoupen dvěma druhy, řád žáby (*Anura*) je zastoupen pouze jedním druhem.

Mezi hojně se vyskytující druhy řadíme čolka velkého (*Triturus cristatus*) a čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) a mezi řídce se vyskytující druhy řadíme skokana hnědého (*Rana temporaria*), který se zde nejhojněji vyskytuje v období jarního tahu, ale i v letním období se zdržuje v blízkosti vodních nádrží.

Obojživelníci vyskytující se na písčově v Darkovičkách

V této oblasti byla zaznamenána přítomnost celkem 6 druhů z obou řádů našich obojživelníků. Řád ocasatí (*Caudata*) je zastoupen dvěma druhy a řád žab (*Anura*) je zastoupen čtyřmi druhy.

Mezi hojně se zde vyskytující druhy patří skokan zelený (*Pelophylax kl. esculentus*) a rosníčka zelená (*Hyla arborea*).

Mezi řídce se vyskytující druhy patří čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*) a skokan hnědý (*Rana temporaria*), který se zde vyskytuje pouze v době jarního tahu.

Mezi vzácné druhy zde patří čolek velký (*Triturus cristatus*).

Obojživelníci vyskytující se na staré písčově v Klimkovicích

V této oblasti byla zaznamenána přítomnost celkem 2 druhů z obou řádů našich obojživelníků. Řád ocasatí (*Caudata*) je zastoupen pouze jedním druhem a řád žab (*Anura*) je zastoupen také jedním druhem.

Mezi řídce se vyskytující druhy patří skokan ostronosý (*Rana arvalis*) a čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*).

Tabulka č. 3: Seznam nalezených obojživelníků a jejich ohrožení

Český a latinský název	Ohrožení podle IUCN	Ohrožení dle vyhlášky 395/92 Sb.
čolek velký (<i>Triturus cristatus</i>)	EN	KO
čolek obecný (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	NT	SO
ropucha zelená (<i>Pseudepidalea viridis</i>)	NT	SO
rosnička zelená (<i>Hyla arborea</i>)	NT	SO
skokan hnědý (<i>Rana temporaria</i>)	LC	N
skokan ostronosý (<i>Rana arvalis</i>)	EN	KO
skokan zelený (<i>Pelophylax</i> kl. <i>esculentus</i>)	NT	SO

Tabulka č. 4: Seznam nalezených obojživelníků a zhotovení četnosti jejich výskytu na modelových lokalitách

Český a latinský název	2011			2012		
	A	B	C	A	B	C
čolek velký (<i>Triturus cristatus</i>)	+++	+				
čolek obecný (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	+++	++	++			
ropucha zelená (<i>Pseudepidalea viridis</i>)		+				
rosnička zelená (<i>Hyla arborea</i>)		+++			++	
skokan hnědý (<i>Rana temporaria</i>)	++	+		++	+	
skokan ostronosý (<i>Rana arvalis</i>)			+++			
skokan zelený (<i>Pelophylax</i> kl. <i>esculentus</i>)		+++			+++	

Legenda:

A – stará pískovna ve Václavovicích

B – pískovna u Darkoviček

C – stará pískovna v Klimkovicích

+

 ojedinele se vyskytující

++

 řídce se vyskytující

+++

 hojně se vyskytující

7 DISKUSE

Díky dlouhodobému pozorování můžeme dobře zhodnotit vliv antropogenní činnosti na obojživelníky a jejich prostředí. Tyto lokality s jednotlivými výsledky jsou následně porovnány mezi sebou.

7.1 SROVNÁNÍ MODELOVÝCH ÚZEMÍ

Celkem byly na staré pískovně ve Václavovicích zjištěny 3 druhy, na pískovně u Darkoviček 6 druhů a na staré pískovně v Klimkovicích 2 druhy. Největší druhová diverzita byla zaznamenána na pískovně u Darkoviček, i když se jedná o stále otevřenou pískovnu.

I když je tato lokalita, jako jediná stále ovlivňována antropogenní činností, je na ní zastoupeno největší počet druhů obojživelníků a to především díky malému počtu vhodných stanovišť v okolí. Díky její poměrně velké hloubce (tabulka č. 2) a po většinu roku stálé ochraně rákosu, je tato lokalita pro obojživelníky velmi atraktivní. Další možnou příčinou vysoké diverzity obojživelníků na této lokalitě je fakt, že v okolí této lokality se žádná podobná nádrž vhodná pro rozmnožování obojživelníků nevyskytuje.

Stará pískovna v Klimkovicích je přímou lidskou činností ovlivněna jen málo. Vodní nádrž na staré pískovně je ukrytá v malém lese a většina lidí o ní vůbec neví. Největším antropogenním vlivem je komunikace, která se vyskytuje ve velké blízkosti zkoumaného území a může pro obojživelníky představovat nebezpečí v době jarního tahu.

Tato lokalita má nejnižší druhovou diverzitu. Je to způsobeno především tím, že má velmi malou hloubku a je v silném stádiu zazemnění, což většině obojživelníků nevyhovuje. Také je při malém úhrnu srážek velmi pravděpodobné, že nádrž vyschne.

Na staré pískovně ve Václavovicích je před lidskou činností tato lokalita alespoň částečně chráněna nařízením vlády č.132/2005 Sb. a stala se lokalitou evropského významu zařazenou do kategorie zvláště chráněného území. Nádrže jsou v silném stádiu zazemnění, ale je již v plánu města tyto nádrže vyčistit a zabránit tak jejich postupnému vyschnutí.

7.2 SUCHO V ROCE 2012 A JEHO DOPAD NA MODELOVÉ LOKALITY

Monitoring obojživelníků jsem na svých modelových územích prováděla v roce 2011 a 2012. Bohužel jsem se za tuto dobu setkala s tím, jaké může mít vážné následky na celou populaci obojživelníků nedostatečný úhrn srážek na malých stanovištích, na kterých jsou tyto obojživelníci závislí. První rok mého výzkumu, tedy rok 2011, byly srážky na celém území České republiky v normě. Díky tomu, všechny tři stanoviště, které jsem si zvolila, netrpěly nedostatkem vody, a tudíž druhové zastoupení obojživelníků v této době bylo vysoké.

Na rozdíl od roku 2011, byl rok 2012 velmi suchý s nízkým úhrnem srážek a extrémně vysokými teplotami. Jednotlivá stanoviště vysychala nebo se snižovala jejich hladina v závislosti na výšce vodního sloupce v jednotlivých nádržích. S tímto faktem byly nuceny se jednotlivé druhy obojživelníků odstěhovat do stanovišť s větším množstvím vody. Díky tomu pochopitelně klesla druhová diverzita.

Stará pískovna ve Václavovicích

V roce 2011 se na této lokalitě vyskytovalo několik nádrží. Větší nádrže o velikosti i 10 m a dvě menší nádrže hluboké v průměru kolem 40 cm.

Po delší dobu je tato lokalita významným rozmnožištěm čolka velkého (*Triturus cristatus*). V roce 2011 se zde hojně vyskytoval podobně jako čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*). Dále se v blízkosti těchto nádrží vyskytoval skokan hnědý (*Rana temporaria*).

V roce 2012 byl úhrn srážek daleko nižší a všechny nádrže na tomto území vyschly. Důsledkem této události, z této lokality vymizel čolek velký (*Triturus cristatus*) i čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*). Jediným obojživelníkem, kterého jsem zde našla i po vyschnutí vodních nádrží, byl skokan hnědý (*Rana temporaria*), jelikož není vázán, mimo rozmnožování, na vodní prostředí.

Úhrn srážek za rok 2011 a 2012 na této lokalitě byl naměřen na meteorologické stanici Václavovice (viz grafu č. 1.).

Pískovna u Darkoviček

V roce 2011 se na této lokalitě nacházela vodní nádrž o velikosti 5 m a hloubce kolem 1,5 m.

Přes den se zde vyskytuje početná skupina skokana zeleného (*Pelophylax* kl. *esculentus*). Z ocasatých obojživelníků zde najdeme čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) a dokonce se mi zde podařilo nalézt samičku čolka velkého (*Triturus cristatus*). Při nočním pátrání jsem zde našla ve velkém počtu rosničku zelenou (*Hyla arborea*) a ropuchu zelenou (*Pseudepidalea viridis*).

V roce 2012 malý úhrn srážek na nádrž v Darkovičkách naštěstí neměl velký vliv jako na ostatních lokalitách. To, že se jezírko zachovalo téměř ve stejné podobě jako před rokem, je zásluhou velké hloubky a nízkého stádia zazemnění. Hladina pouze klesla z 1 m hloubky na zhruba 1,1 m. Pro druhé dvě lokality znamenal pokles o 40 cm vyschnutí.

Bohužel, ale i tady znamenal nízký úhrn srážek nižší druhovou rozmanitost než v roce 2011. Dále se na této lokalitě vyskytovali skokani zelení (*Pelophylax* kl. *esculentus*) a večer se zde vyskytovalo pár jedinců rosničky zelené, ale už ne v takovém množství. V roce 2011 byl jejich počet na této lokalitě okolo 7, ale v roce 2012 se snížil na pouhé 2 jedince. Rovněž se zde přestaly vyskytovat ropuchy zelené a nepodařilo se mi v teplé a kalné vodě nalézt ani jednoho zástupce z řad ocasatých obojživelníků

Úhrn srážek za rok 2011 a 2012 na této lokalitě byl naměřen na meteorologické stanici Opava – Otice (viz grafu č. 2.).

Stará pískovna v Klimkovicích

V roce 2011 se na této lokalitě nacházela vodní nádrž o velikosti 5 m a hloubce kolem 20 cm.

Tato lokalita byla rozmnožištěm skokana ostronosého (*Rana arvalis*) jehož snůšky na tomto místě byly nalezeny v roce 2011. Dále se zde vyskytoval čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*).

Kvůli nízkému úhrnu srážek v roce 2012 tato nádrž úplně vyschla. Mělo to za následek především to, že tato nádrž byla v silném stádiu zazemnění a s velmi malou hloubkou.

V důsledku vyschnutí nádrže jsem zde v tomto roce již nenašla žádného obojživelníka.

Úhrn srážek za rok 2011 a 2012 na této lokalitě byl naměřen na meteorologické stanici Ostrava – Poruba (viz grafu č. 3.).

7.3 PŘEHLED VŠECH NALEZENÝCH DRUHŮ OBOJŽIVELNÍKŮ SE STRUČNÝM KOMENTÁŘEM

Tato kapitola byla zpracována dle Tabulky č. 3. a 4. Byly zde vypsány všechny druhy, které se vyskytovaly v době pozorování na lokalitách. Charakteristika druhu je tvořena českým a vědeckým názvoslovím, výskyt na sledovaných lokalitách, rozšíření jednotlivých druhů ve světě s charakteristikou ohrožení.

čolek velký – *Triturus cristatus* (Laurentus, 1768)

Je rozšířen ve většině střední a severní Evropy, od Velké Británie až k Uralu. Chybí na Pyrenejském, Apeninském a Balkánském poloostrově, v jižní Francii a Irsku (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uveden jako ohrožený druh (EN). Dle platné legislativy se jedná o silně ohrožený druh.

Byl zaznamenán na dvou modelových oblastech s největší početností jedinců na staré pískovně ve Václavovicích.

Na staré pískovně ve Václavovicích je čolek velký (*Triturus cristatus*) nejhojněji vyskytujícím se druhem. Z důvodu výskytu rozmnožiště čolka velkého (*Triturus cristatus*) se stala Václavovická pískovna nařízením vlády č.132/2005 Sb. lokalitou evropského významu zařazenou do kategorie zvláště chráněného území.

Druhou lokalitou, na které se tento druh v době pozorování vyskytoval, je pískovna Darkovičky. Na této lokalitě byla nalezena samička čolka velkého.

čolek obecný - *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758)

Vyskytuje se od ostrovů Velké Británie až po Malou Asii. Na severu v jižní polovině Švédska a Finska, na jihu až po Středozemní moře. Nevyskytuje se na Pyrenejském a Apeninském poloostrově (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uveden jako téměř ohrožený druh (NT). Dle vyhlášky č. 395/92 Sb. je veden jako silně ohrožený druh.

Byl zaznamenán na všech třech modelových lokalitách s největší početností na staré pískovně ve Václavovicích.

Na staré pískovně ve Václavovicích, po čolku velkém (*Triturus cristatus*), je čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) nejpočetnějším druhem.

Na pískovně v Darkovičkách patří mezi běžné druhy, jelikož byl odchytнут na několika návštěvách za sebou.

Na staré pískovně v Klimkovicích, podobně jako na pískovně v Darkovičkách, se jedná o běžně se vyskytující druh.

ropucha zelená – *Pseudepidalea viridis* (Laurentus, 1768)

Je rozšířena po střední, jižní a východní Evropě a zasahuje až do Arábie a střední Asie. Mimo to žije na ostrovech západního Středomoří a v severní Africe (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uvedena jako téměř ohrožený druh (NT). Dle vyhlášky č. 395/92 Sb. je vedena jako silně ohrožený druh.

Vyskytuje se pouze na území pískovny v Darkovičkách. Na této lokalitě se jedná o běžně se vyskytující druh, který se zde, sice v malém počtu, opakovaně vyskytoval. Nejhojněji zde byla zastoupena v době jarního tahu a rozmnožování, ale držela se v blízkosti této lokality i přes zbytek roku.

rosnička zelená – *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758)

Areál rozšíření zahrnuje většinu území Evropy. Chybí v severní Evropě, na pyrenejském poloostrově, ve Velké Británii, jižní Francii a v Itálii (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uvedena jako téměř ohrožený druh (NT). Dle vyhlášky č. 395/92 Sb. je vedena jako silně ohrožený druh.

Vyskytuje se pouze na území pískovny v Darkovičkách. Na této lokalitě se jedná, společně se skokanem zeleným, o nejvíce zastoupený druh. V hojném počtu se zde vyskytuje celoročně od dubna do října.

skokan hnědý - *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758)

Vyskytuje se v celé Evropě, kromě nejjižnějších oblastí (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uveden jako druh málo dotčený (LC). V České republice není zákonem chráněn.

Vyskytuje se na dvou sledovaných lokalitách a je hojněji zastoupen na staré pískovně ve Václavovicích.

Na staré pískovně ve Václavovicích se jedná o běžně se vyskytující druh. Nejhojněji je zde zastoupen v období jarního tahu, ale vyskytuje se zde až do období zimování.

Druhou lokalitou výskytu je pískovna u Darkoviček, kde byly na jaře nalezeny pouze snůšky. Skokan hnědý (*Rana temporaria*) se zde po rozmnožování již nevyskytuje.

skokan ostronosý – *Rana arvalis* (Nilsson, 1842)

Je rozšířen ve většině střední, východní a severní Evropy. Areál se táhne dále na východ až na Sibiř (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uveden jako ohrožený druh (EN). Dle vyhlášky č. 395/92 Sb. je veden jako silně ohrožený druh.

Vyskytuje se pouze na staré pískovně v Klimkovicích. Na této lokalitě byly nalezeny v hojném počtu pouze snůšky. Skokan ostronosý (*Rana arvalis*) se po období jarního tahu na této lokalitě nezdržuje.

skokan zelený – *Pelophylax kl. esculentus* (Camerano, 1882)

Areál rozšíření zahrnuje Evropu od atlantického pobřeží severozápadní Francie po střední Povolží. Na severu zasahuje do Dánska, jižního Švédska a v Rusku k Finskému zálivu. Na jihu zasahuje do severní Itálie a na sever Balkánu zhruba v okolí toku Dunaje (BARUŠ a kol. 1992).

V červeném seznamu je uvedena jako téměř ohrožený druh (NT). Dle vyhlášky č. 395/92 Sb. je veden jako silně ohrožený druh.

Vyskytuje se pouze na lokalitě pískovny v Darkovičkách. Na tomto území je to společně s rosničkou zelenou nejpočetnější druh. Obývá tuto lokalitu celoročně až do zimování.

8 ZÁVĚR

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První část práce je zaměřena na zpracování rešerše na dané téma. Jejím úkolem bylo nastudovat odbornou literaturu zabývající se studiem obojživelníků a bioindikací.

Obojživelníci patří ke skupině živočichů, kteří se velmi často používají jako bioindikátoři životního prostředí.

Bioindikátoři mohou poskytovat včasné varování o veškerých změnách, jež by mohly vést k významnému ohrožení jednotlivých druhů, populací, společenstev nebo ekosystémů (BURGER, 2006).

Polopropustná pokožka obojživelníků, není dostatečnou bariérou pro kontaminanty, navíc se pohybují během svého života v různých typech prostředí, což pravděpodobnost jejich kontakt se škodlivými látkami zvyšuje (VLAŠÍN a MIKÁTOVÁ, 2002).

Výzkumná část bakalářská práce shrnuje poznatky z dvouletého studia obojživelníků na staré pískovně ve Václavovicích, pískovně u Darkoviček a staré pískovně v Klimkovicích. Výzkum poukazuje na to, že obojživelníci, i přes svou náchylnost na stav prostředí ve kterém žijí, jsou schopni přizpůsobit se prostředím vytvořeným člověkem a osídlit je.

Výzkum byl zaměřen na studium tří pískoven: pískovny se stálou antropogenní činností a staré pískovny, již zarostlé vegetací. Všechny tři lokality vzhledem k rozmanitosti druhů jsou velmi zajímavé. Každá z lokalit slouží k rozmnožování ohrožených druhů obojživelníků, proto se dle mého názoru jedná o významné lokality.

Jedna ze tří lokalit jako je pískovna u Darkoviček, je neustále ovlivňována antropogenní činností. I přes to, je tato lokalita osídlena největším počtem druhů a to především díky malému počtu vhodných stanovišť v okolí. Ne méně významné jsou ale i zbývající dvě lokality, které slouží jako rozmnožiště pro mnoho druhů obojživelníků.

Ráda bych pokračovala ve studiu této problematiky v rámci zpracování diplomové práce. Patrně na jiných lokalitách po domluvě s vedoucím diplomové práce.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- Anděl, P.:** EKOTOXIKOLOGIE, BIOINDIKACE A BIOMONITORING, Liberec, 2011, 9 p.
- Baker, J., Beebee, T., Buckley, J.:** Amphibian Habitat Management Handbook. Bournemouth, 2011, 3 p.
- Baruš, V., Oliva, O. a kol.:** Obojživelníci. ACADEMIA, Praha, 1992, 32 p.
- Beebee, C. J. T.:** Ecology and conservation of Amphibians. London, 1996, 28 p.
- Beebee, T., Griffiths, A. R.:** The amphibian decline crisis: A Watershed for conservation biology? London, 2005, 11 p.
- Bengtson, A. D., Henshel, S. D.:** Environmental Toxicology and Risk Assessment, Biomarkers and Risk Assessment. USA, 1996, 2 p.
- Browne, R.:** Amphibian conservation Research Guide. Belgium, 2009, 2 p.
- Burger, J.:** Bioindicators: A Review of Their Use in the Environmental Literature 1970-2005, USA, 2006, 7 p.
- Demek, J. a kol.:** Zeměposný lexikon ČSR – hory a nížiny. Praha, 1987, Academica, 29 p.
- Feder, E. M., Burggren, W. W.:** Environmental Physiology of the Amphibians. Chicago. 1992, 6 p.
- Gascon, C., Collins, P. J., Moore, D. R.:** Amphibian Conservation Action Plan. USA, 2005, 1 p.
- Hecker, U.:** Stromy a keře. Německo, 2001
- Chytrý, M., Kučera, T. a Kočí, M.:** Katalog biotopů České republiky. Agentura obnovy přírody a krajiny ČR, Praha, 2001, 4 p.
- Khanna, R. D., Yadav, R. P.:** Biology of Amphibia. New Delhi, 2005, 4 p.
- Kuzmin, L. S.:** Advances in Amphibian research in the former soviet union. Moscow, 1997, 3 p.
- McClellan, O. R.:** Critical Reviews in Toxicology. Canada, 2009, 2 p.

McDiarmid, W. R., Altig, R.: TADPOLES – The biology of anuran larvae. Chicago, 1999, 5 p.

Mikátová, B., Vlašín, M.: Ochrana obojživelníků. Brno, 2002, 22 p.

Piha, H.: Impacts of Agriculture on Amphibians at Multiple Scales. Helsinki, 2006, 3 p.

Spellerberg, F. I.: Monitorování ekologických změn, Brno, 1995, 3p.

Vojar, J.: Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. ZO ČSOP, Hasina Louny, 2007, 14 p.

Wells, D. K.: The Ecology and Behavior of Amphibians. Chicago, 2007, 39 p.

Whitacre, M. D.: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. USA, 2012, 4 p.

Zwach, I.: Obojživelníci a plazi České republiky. Grada, Praha, 2009, 17 p.

Internetové zdroje:

Aktualizace koncepce rozvoje zemědělství a venkova v Moravskoslezském kraji. iszp.kr-moravskoslezsky.cz [online] 2008 [cit. 2013-02-14] Dostupné z:

<http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/assets/temata/koncepce/popisna-cast---uvod-a-zemedelstvi.pdf>

Václavovice – Pískovna. Moravskoslezský kraj [online] 2008 [cit. 2012-07-12] Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/priroda/natura/evl/vaclavovice---piskovna-1250/>

Moravskoslezský kraj. Atlas životního prostředí [online] 2008 [cit. 2013-07-03] Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/assets/temata/publikace/atlas-zivotniho-prostredi-moravskoslezskeho-kraje.pdf>

Kuchař. Václavovice [online] 2013 [cit. 2013-13-03] Dostupné z: <http://vaclavovice-meteo.webgarden.cz/rubriky/archiv>

Meteoopava. Archiv [online] 2013 [cit. 2013-20-03]

Dostupné z: <http://www.meteoopava.estranky.cz/clanky/archiv/archiv-2006---2012/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Umístění modelových lokalit

Obrázek 2: stará pískovna Václavovice

Obrázek 3: jedno z jezírek na staré pískovně ve Václavovicích

Obrázek 4: pískovna u Darkoviček

Obrázek 5: pískovna Darkovičky

Obrázek 6: mapa stará pískovna Klimkovice

Obrázek 7: stará pískovna Klimkovice

Obrázek 8: Zevar vzpřímený (*Sparganium erectum*)

Obrázek 9: nádrž ve Václavovicích v roce 2011

Obrázek 10: nádrž ve Václavovicích po vyschnutí v roce 2012

Obrázek 11: nádrž v Darkovičkách v roce 2011

Obrázek 12: nádrž v Darkovičkách v roce 2012

Obrázek 13: nádrž v Klimkovicích v roce 2011

Obrázek 14: nádrž v Klimkovicích v roce 2012

Obrázek 18: čolek obecný

Obrázek 15: čolek obecný

Obrázek 16: skokan hnědý

Obrázek 17: snůška skokana ostronosého

Obrázek 19: skokan zelený

Obrázek 20: rosníčka zelená

Obrázek 21: samička čoleka velého

